

CALCÁRIO NA IMPLANTAÇÃO EM COBERTURA DE LEGUMINOSAS DE INVERNO¹

WALFREDO MACEDO, NEI EDUARDO BRASIL² e JOSÉ FRANCISCO PATELLA³

RESUMO - Foram estudados os efeitos da aplicação de calcário sobre o rendimento total de matéria seca da pastagem em estudo significativos a ($P < 0,05$), proporcionando aumentos de produção de até 30% em relação ao tratamento testemunha. O calcário não influenciou sobre a produção do campo nativo, mas proporcionou aumentos, na produção das leguminosas introduzidas, (trevo branco e cornichão), superiores a 100% na média dos anos, quando são comparados os tratamentos corrigidos como o não-corrigido. Não foram constatadas diferenças significativas a $P < 0,05$, na produção entre os métodos de aplicação de calcário, em cobertura e incorporado, e nem diferença entre os níveis de calagem aplicados (2,25 e 4,5 t/ha).

Termos para indexação: calagem, calcário, métodos, aplicação, níveis, leguminosas forrageiras.

LIME EFFECTS ON THE INTRODUCTION OF WINTER FORAGE LEGUMES

ABSTRACT - Effects of rates and methods of lime application on the establishment of two winter forage legumes on native pasture were studied. Lime increased total dry matter yields up to 30% over that of the check treatment. It did not show any effect on yields of native grass species but it did increase the dry matter yields of legume species introduced in the mixture. Measured forage yields were not affected by application methods (i.e. only broadcasted vs. broadcasted and incorporated) neither by lime rate on the range from 2.5 to 4.0 t/ha.

Index terms: liming, lime, application, methods, levels, forages, legumes.

INTRODUÇÃO

As diversas regiões fisiográficas em que o Estado do Rio Grande do Sul está dividido apresentam algumas características em comum, tais como solos ácidos e deficientes em fósforo disponível às plantas. Em trabalho de levantamento da composição mineral das pastagens naturais do Rio Grande do Sul, Gavião (1963) constatou deficiência de fósforo para todos os estágios da vida animal, e de cálcio para os animais em fase inicial de crescimento, logo após a desmama, e para gado leiteiro de alta produção. Diversos trabalhos realizados na Estação Experimental "Cinco Cruzes" têm comprovado as constatações verificadas por Gavião (1963), principalmente quanto à deficiência de fósforo, que impede, por vezes um bom estabelecimento de pastagens cultivadas.

Sabe-se que a acidez tem grande importância na produção agrícola e nas práticas de manejo do solo, podendo, de certa maneira, afetar diretamente o crescimento de plantas, pela diminuição ou aumento da solubilidade de certos elementos, como

também a atividade dos microrganismos. Thompson & Russel citados por Siqueira (1972), afirmam que o efeito da acidez sobre as plantas é indireto, manifestando-se pelos reflexos de teores de Al e Mn solúveis e pela redução na disponibilidade de elementos nutrientes do solo. Em condições de acidez ou em pH inferior a 5,0, segundo Olsen & Fried (1957), a ação da calagem reduz os efeitos tóxicos de Al às plantas, melhora as condições de desenvolvimento, e aumenta a disponibilidade de fósforo e molibdênio.

Diversos pesquisadores têm demonstrado a importância da calagem em solos ácidos, no aumento do rendimento das culturas. Washko, citado por Lobato & Barreto (1975), afirma que um dos estágios no incremento da produtividade de pastagens, é a aplicação de calcário e adubos, os quais podem dobrar ou triplicar a produção. Durrant et al. (1960), em trabalhos realizados na Nova Zelândia, verificaram que aplicações de calcário aumentavam as produções de matéria seca de forragem de uma mistura de gramíneas e trevos. Stewart & Pearson (1952), em ensaio de campo com solo de pH 5,5 de baixa fertilidade, comparando três níveis de calcário: zero, 1.120, e 2.240 kg/ha, obtiveram aumentos significativos na produção de matéria seca do trevo-encarnado, com 1.120 kg/ha.

¹ Aceito para publicação em 13 de março de 1979.

² Eng.º Agr.º, M.Sc., UEPAE Bagé, EMBRAPA, Caixa Postal, 242, CEP 96.400 - Bagé, RS.

³ Eng.º Agr.º, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal, 354, CEP 96.100 - Pelotas, RS.

Entretanto, as opiniões a respeito do uso de calcário divergem muito entre os pesquisadores: alguns o recomendam apenas para solos com acidez nociva; outros baseiam suas indicações nas respostas máximas das culturas. Mohr (1960) recomenda correção, para aumento de produção, somente para solos com acidez nociva e de pH inferior a 5,5. Kamprath (1967) observou que, em solos de pH situado entre 5,6 e 6,0, a maioria das culturas respondem pouco à calagem.

.. O uso de calcário para aumentar a produtividade dos solos é utilizado há muitos séculos, e sua aplicação não constitui um problema particular. As recomendações baseiam-se na distribuição e incorporação do calcário através da aração do solo, porém a eficácia da aplicação em cobertura carece de maiores informações. Entre as técnicas mais difundidas para a melhoria do nível alimentar dos rebanhos, está a implantação de pastagem pelo método convencional (com lavração e gradagens), onde o calcário é facilmente incorporado ao solo. Todavia, em algumas regiões do Estado, devido à natureza física dos solos, a implantação de pastagens pelo método convencional pode ser substituída, com vantagem, por outros métodos. Brasil et al. (1972), comparando sistemas de implantação de forrageiras de inverno, demonstraram a maior eficácia dos métodos de semeadura em cobertura, com relação ao cultivo convencional, para locais com características de solo e clima similares aos da região de Bagé.

Lobato & Barreto (1975), nas condições ambientais da depressão central do Rio Grande do Sul, em solo submetido a um preparo superficial, avaliaram, no ano do estabelecimento, em termos de produção de matéria seca, composição botânica, teor e produção de proteína bruta, os efeitos de quatro doses de calcário (0, 1, 2 e 4 t/ha) e dois métodos de semeadura (linha e lanço) sobre três gramíneas temperadas. Entre outras conclusões, os autores constataram que:

- a. O efeito do calcário sobre o pH, na camada dos 10 a 20 cm do solo, foi pequeno, evidenciando a sua lenta percolação;
- b. As produções de matéria seca das diferentes misturas foram crescentes de acordo com os aumentos dos níveis de calcário até 2 t/ha, quando os incrementos foram menores;

- c. As leguminosas aumentaram sua produção à medida que eram aumentados os níveis de calcário;
- d. A mistura com azevém foi a mais produtiva, devido à alta produção desta gramínea.

A finalidade deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes doses de calcário aplicadas em cobertura, no estabelecimento inicial, produção e persistência de duas leguminosas perenes, implantadas sobre campo nativo e submetidas a pastejo. Procurou-se ainda determinar os efeitos da ação do calcário sobre as características químicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Trabalho conduzido no setor de forrageiras da Estação Experimental "Cinco Cruzes", EMBRAPA, Bagé, nos anos de 1970 a 1973, em solo da unidade de mapeamento Bagé, classificados como planossolo vértico, segundo a Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura.

Esta unidade de mapeamento apresenta relevo suavemente ondulado, textura argilosa, material de origem derivado principalmente de siltitos, sendo constituído por solos negros imperfeitamente drenados, com boas características químicas, mas com propriedades físicas adversas ao uso e manejo.

A análise química da camada superficial deste solo, antes da aplicação da calagem, apresentava as seguintes características: pH 5,3; Al 0,5 meq/100 g solo; Ca + Mg 6,9 meq/100 g solo; P 2,4 ppm; K 93 ppm e M.O. 2,05%.

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. A área da unidade experimental era de 1 ha, e os Tratamentos com calcário foram os seguintes:

1. A recomendação (4,5 t/ha) em cobertura.
2. A recomendação (4,5 t/ha) incorporado.
3. Metade da recomendação (2,25 t/ha) em cobertura.
4. Ausência da recomendação (0 t/ha).

Os Tratamentos de calcário foram baseados na necessidade determinada pelo método SMP para elevar o pH a 6,5, método descrito por Mielniczuk et al. (1969). Foi usado calcário dolomítico, e as quantidades empregadas por hectare foram corrigidas para PRNT igual a 100%. Nos tratamentos um

e três, o calcário foi aplicado sobre o campo natural, uma única vez. No Tratamento 2, o calcário foi aplicado parceladamente, sendo a primeira aplicação sobre o campo natural, que, após, foi lavrado e gradeado, seguida de uma segunda aplicação e de duas gradagens.

Adubação

A adubação após a semeadura foi realizada a lanço, uniformemente, sobre todas as unidades experimentais, e constou de:

1. Adubação de correção, com 120 kg/ha de P_2O_5 , no primeiro ano.

2. Adubação de manutenção, feita anualmente, em cobertura, com:

a. 40 kg/ha de P_2O_5 em março;

b. 20 kg/ha de K_2O em abril;

c. 20 kg/ha de N no início do inverno.

Foram empregados os seguintes fertilizantes comerciais: Uréia, com 45% de N, superfosfato simples, com 20% de P_2O_5 , e cloreto de potássio, com 60% de K_2O .

Semeadura e plantas reagentes

Foi utilizada uma mistura de duas leguminosas: *Trifolium repens* L. cv. 'Bagé', 1 kg/ha, e *Lotus corniculatus* L. cv. 'São Gabriel', 10 kg/ha.

A área experimental, constituída de campo natural da região, foi pastejada intensamente com ovinos, antes do plantio. A semeadura, nos tratamentos em cobertura e no incorporado, foi realizada com máquina "Brillion" e com o solo apresentando boas condições de umidade. A semeadura foi realizada de 2 a 4 de agosto de 1970.

Avaliação dos Resultados

Os efeitos dos Tratamentos foram avaliados usando-se três tipos de medições:

1. Cortes para avaliação da matéria seca produzida.

Estes eram efetuados sempre que a altura média do melhor tratamento atingia 15 cm de altura. Após os cortes de avaliação, toda a área experimental era pastejada com bovinos, numa lotação ajustada em função da produção de cada Tratamento, de modo que a ocupação não fosse superior a seis dias, afim de deixar uma boa quantidade de área foliar remanescente para o rebrote, e possibilitar um pastejo rápido e uniforme. A altura de corte da pastagem foi de 3 cm da superfície do solo e eram tomadas dez amostras de 1 m² por tratamento e por repetição.

2. Composição botânica

Antes que cada amostra fosse levada à estufa, para a determinação de matéria seca, fazia-se a separação das espécies. Através desta determinação, eram estimados os componentes da pastagem, dentro de cada Tratamento, isto é, espécies forrageiras semeadas, gramíneas nativas, e invasoras.

3. Análise do solo após cada ciclo de produção, para determinar o efeito da calagem nas características químicas do solo.

As coletas de amostras de solo, para este tipo de análise, eram efetuadas a três profundidades, a saber: a 0, 5 cm, 5 a 10 cm, e 10 a 15 cm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas, em matéria seca, das aplicações de diferentes níveis de calcário, são discutidas separadamente para a pastagem, para cada componente desta no conjunto dos anos, assim como os efeitos na composição botânica e na reação dos solos.

Efeito do calcário sobre o rendimento de matéria seca

O efeito da aplicação de calcário sobre o rendimento total de matéria seca da pastagem, considerando-se todos os componentes (trevo branco, cornichão, azevém e campo natural), em estudo no presente ensaio, foi significativo. O teste de Duncan, utilizado para diferenciar os efeitos de tratamento no rendimento de matéria seca, revela que a forma de aplicação e os diferentes níveis de 2,25 e 4,5 t/ha de calcário empregados não apresentaram diferenças de produção entre si, no total dos anos, mas foram superiores à do testemunha (Tabela 1).

Os aumentos máximos de matéria seca, obtidos entre 21 e 30%, quando se confrontam as produções dos diversos Tratamentos em relação ao testemunha no total dos anos (Tabela 1), são inferiores à mencionadas por Washko, citado por Lobato & Barreto (1975), revelando que nem sempre a todo incremento de corretivo e fertilizante há duplicação de produção. As produções de matéria seca obtidas no total dos anos foram crescentes, até o nível de 2,25 t/ha de calcário, enquanto que os aumentos de produção obtidos com os níveis mais elevados não foram significativos (Tabela 1).

Estes resultados assemelham-se muito com os encontrados por Lobato & Barreto (1975), que conseguiram incrementos menores de produção

TABELA 1. Rendimento total de matéria seca da pastagem incluindo todos os componentes. Período. 1970-73.

Tratamentos	Rendimento total	Rendimento relativo
	M.S. (t/ha)	M.S. %
1. Calcário incorporado 4,5 t/ha	32,745 a	130
2. Calcário cobertura 4,5 t/ha	32,725 a	130
3. Calcário cobertura 2,25 t/ha	30,272 a	121
4. Sem calcário	25,010 b	100

Obs: Rendimentos seguidos de letras diferentes numa mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de $P < 0,05$ (Teste de Duncan).

quando os níveis de calcário ultrapassaram a 2 t/ha.

Outro fato constatado foi o de que a forma de aplicação do calcário, incorporado ou em cobertura, não influenciou no rendimento da matéria seca da mistura, no total dos anos (Tabela 1), para o tipo de solo e espécies usadas.

Campo Natural

Considerando a produção de matéria seca (M.S.) do campo natural, verificou-se, pela análise da variância, no conjunto dos anos, uma interação altamente significativa entre tratamentos x anos (Tabela 2). O teste de Duncan, usado para comparar tratamentos dentro de cada ano (Tabela 3), permite deduzir que o tratamento sem calcário produziu maiores rendimentos de matéria seca nos dois primeiros anos, uma equivalência de produção no terceiro ano, e um decréscimo no quarto ano. Este fato demonstra que não houve efeito da ação direta do calcário sobre o campo natural (gramíneas), e que os possíveis benefícios sobre este foram alcançados através das leguminosas. Estas, em função do "stand" em cada Tratamento, e de acordo com a quantidade de N liberada, influíram, em maior ou menor escala, no desenvolvimento e aumento de produção do campo natural.

Pode-se observar, ainda, pela Tabela 3, que, a partir do terceiro ano, o campo natural do Tratamento 1 (calcário incorporado) estava completamente recuperado, e o seu aumento na produção foi devido ao surgimento de grande quantidade de *Paspalum dilatatum* (Poir.) em sua composição.

Azevém

A análise estatística demonstra que houve uma interação significativa entre Tratamentos x anos na produção de matéria seca do azevém (Tabela 4).

O teste de Duncan, aplicado para diferenciar os efeitos de Tratamentos dentro de cada ano, revela

que aqueles que receberam a quantidade máxima de calcário são os mais produtivos e tendem a se igualar após o terceiro ano (Tabela 5).

A ocorrência desta gramínea no ensaio foi espontânea, e atribui-se o fato às melhores condições de fertilidade do solo. Esta constatação tem-se verificado em outros ensaios onde não se introduziu esta espécie e nos quais os níveis de fertilidade, principalmente em fósforo, foram melhorados⁴.

Nas condições ambientais da depressão central do Rio Grande do Sul, com solo submetido a preparo superficial, Lobato & Barreto (1975), testando níveis de calcário em diferentes consorciações observaram que a mais produtiva era aquela na qual o azevém estava presente. No presente trabalho, embora não fosse introduzida esta gramínea, sua potencialidade para produção de matéria seca foi constatada quando as condições de fertilidade lhe foram favoráveis.

Leguminosas

A análise de variância, realizada para avaliar os efeitos dos Tratamentos, no total dos anos, sobre a produção de matéria seca das leguminosas (trevo-branco e cornichão), revela que houve uma interação altamente significativa entre Tratamentos x anos (Tabela 6). O teste de Duncan, empregado para diferenciar tratamentos, permite observar que a ação do calcário nas leguminosas proporcionou aumentos de produção de matéria seca superiores a 100%, na média dos anos, quando são comparados os Tratamentos corrigido e o não-corrigido (Tabela 7). Considerando-se o rendimento médio relativo de produção, observado para os tratamentos com correção, constata-se que os ganhos foram crescentes com o emprego de 2,25 t/ha de

⁴ Observação pessoal do autor.

calcário, e acima dessa quantidade de incrementos de matéria seca, diminuem. Este resultado obtido assemelha-se com o verificado por Stewart & Pearson (1952), que, comparando três níveis de calcário na produção de trevo-encarnado, num solo de pH 5,5, obteve maiores ganhos com o nível intermediário de 1.120 kg/ha.

Já Lobato & Barreto (1975), na depressão central do Rio Grande do Sul, em solo de pH 5,0, obtiveram aumentos crescentes na produção de maté-

ria seca de leguminosas (trevo-branco e cornichão), à medida que os níveis de calcário eram aumentados até 4 t/ha. Com base nestas observações, pode-se deduzir que solos de pH, situados na faixa de 5 a 5,5, como o do presente ensaio, e semelhantes aos trabalhados por Stewart & Pearson (1952) e Lobato & Barreto (1975), os aumentos na produção de matéria seca das leguminosas são variáveis e nem sempre significativos, confirmando-se as opiniões de Mohr (1960) e Kamprath (1967).

TABELA 2. Análise de variância do rendimento total de matéria seca do campo natural. Período 1970-1973.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Repetições	2	328024,7	164012,33	
Tratamento	3	9792199,2	3264066,41	26.58730 **
Erro A	6	736607,3	122767,89	
Ano	3	22368677,1	7456225,69	29.94490 **
Ano x Tratamentos	9	19486289,0	2165143,22	8.69542 **
Erro B	24	5975956,7	248998,19	
Total	47	58687754,0	1248675,62	

**P ≤ 0,01

TABELA 3. Rendimento total da matéria seca do campo natural. Período 1970-73.

Tratamentos	Produções em t/ha de M.S./ano.			
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
1. Calcário incorporado 4,5 t/ha	0,713 c	0,712 c	4,007 a	3,086 ab
2. Calcário cobertura 4,5 t/ha	2,167 b	1,720 b	3,195 ab	3,387 a
3. Calcário cobertura 2,25 t/ha	2,081 b	2,061 b	3,880 a	3,004 ab
4. Sem calcário	2,994 a	4,220 a	3,664 a	2,726 b

OBS: Rendimentos seguidos de letras diferentes numa mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de P ≤ 0,05 (Teste de Duncan)

TABELA 4. Análise da variância do rendimento total de matéria seca do azevém. Período 1970-73.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Repetições	2	225260,7	112630,3	
Tratamentos	3	44210676,2	14736892,1	305,70078 **
Erro A	6	289241,5	48206,9	
Ano	3	9725324,9	3241775,0	16,71694 **
Ano x Tratamentos	9	11411249,4	1267916,6	6,53830 **
Erro B	24	4654117,2	193921,5	
Total	47	70515869,9	1500337,7	

**P ≤ 0,01

TABELA 5. Rendimento total de matéria seca do azevém. Período 1970-73.

Tratamentos	Produções em t/ha de M.S./ano			
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
1. Calcário incorporado 4,5 t/ha	3,372 a	4,202 a	1,130 b	2,721 a
2. Calcário cobertura 4,5 t/ha	2,057 b	2,057 b	1,610 a	3,091 a
3. Calcário cobertura 2,25 t/ha	1,150 c	0,627 c	0,461 c	1,115 b
4. Sem calcário	0,636 d	0,286 d	0,290 c	1,084 b

Obs: Rendimentos seguidos de letras diferentes numa mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de $P \leq 0,05$ (Teste de Duncan)

TABELA 6. Análise de variância do rendimento total de matéria seca das leguminosas. Período 1970-1973.

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Repetições	2	92305	46152,4	
Tratamentos	3	25990285	8663428,2	59,48617 **
Erro A	6	873826	145637,6	
Ano	3	157267837	52422612,3	155,76054 **
Ano x Tratamentos	9	11631504	1292389,4	384001 **
Erro B	24	8077416	336559,0	
Total	47	203933173	4339003,7	

** $P \leq 0,01$

TABELA 7. Rendimento total de matéria seca das leguminosas. Período 1970-1973.

Tratamentos	Produções t/ha de M.S./ano e Produções relativas			
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
1. Calcário incorporado 4,5 t/ha	3,943 b/109	6,292 a/127	1,044 bc/155	0,721 ab/152
2. Calcário cobertura 4,5 t/ha	4,501 a/139	5,702 b/106	2,043 a/204	0,982 a/216
3. Calcário cobertura 2,25 t/ha	4,743 a/151	5,616 b/102	1,371 b/104	1,092 a/283
4. Sem calcário	1,88 c/100	2,767 c/100	0,672 c/100	0,285 c/100

Obs: Rendimentos seguidos de letras diferentes numa mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de $P \leq 0,05$ (Teste de Duncan)

Efeito do calcário na composição botânica

Os dados de composição botânica da pastagem são apresentados na Tabela 8. A determinação da proporção dos componentes da pastagem durante a realização do ensaio possibilitou observar que, nos Tratamentos corrigidos, houve uma maior percentagem de leguminosas e azevém, em relação ao tratamento sem calcário. Pode-se, também, constatar que o cornichão foi a espécie que mais contribuiu na composição e conseqüente produção das leguminosas, notadamente nos dois primeiros anos, quando sua percentagem na mistura cresceu sensivelmente.

Este fato, em função das informações disponíveis, pode ser atribuído, hipoteticamente, aos seguintes fatos:

1. Elevada quantidade de sementes viáveis (10 kg/ha), usada na semeadura, possibilitou um bom "stand" de plantas desta espécie, por unidade de área.

2. A boa ressemeadura no fim do primeiro ciclo de produção aumentou o "stand" de plantas no segundo ano.

3. Após o segundo ano, devido ao manejo empregado, não permitindo ressemeadura, ocorreu uma diminuição do "stand" de plantas, e as pos-

sibilidades de competição com outras espécies ficaram mais reduzidas.

Pelos dados da Tabela 8, observa-se que os níveis mais elevados de calcário, 4,5 t/ha, e as duas formas de aplicação, não proporcionaram aumentos na percentagem desta leguminosa, quando se comparam com os do Tratamento 3 (2,25 t/ha). Estas conclusões estão em conformidade com os resultados mostrados na Tabela 1, referentes às produções de matéria seca total. Em relação ao trevo-branco, a baixa percentagem observada na Tabela 8 nos dois primeiros anos é explicada pelo tipo de manejo empregado. A partir do segundo ano, quando foi mais freqüente, possibilitou melhores condições de competição com as outras espécies, e, em decorrência, houve um aumento de sua percentagem na mistura.

Em relação ao azevém, a percentagem obtida na seqüência dos anos indica que nos tratamentos corrigidos houve, em média, maior presença desta espécie, com destaque para o tratamento no qual o solo foi mobilizado. No Tratamento sem calcário, no qual se observam as menores percentagens de azevém, houve, também, as mais baixas percentagens de leguminosas, indicando que houve correlação entre a presença destas e a percentagem de azevém.

Observando-se a evolução do campo natural durante a realização do ensaio, verifica-se que a maior percentagem de espécies nativas ocorreu no Tratamento sem calcário (Tabela 8). Esta constatação pode ser atribuída à baixa percentagem de leguminosas e azevém, que pouco influíram no desenvolvimento e produção das espécies nativas, e reafirma uma outra, anteriormente verificada, que leva a concluir que o calcário não tem ação sobre as espécies nativas (gramíneas). Quanto aos inços, pode-se dizer que a ação do calcário não influi na sua maior ou menor presença, e a sua percentagem nos diversos Tratamentos situa-se dentro dos limites considerados normais e controláveis. Esta constatação é explicada pela grande quantidade de cornichão, azevém e *Paspalum dilatatum*, que, cobrindo totalmente o solo, impediram e até impossibilitaram o surgimento de um número apreciável de plantas indesejáveis.

Efeito do calcário sobre as características químicas do solo

Os valores originais dos diversos elementos quí-

TABELA 8. Dados de composição botânica da pastagem, expressos em percentagem. Dados médios por tratamento e por ano

Tratamentos	(%) Cornichão			(%) Trevo-branco			(%) Azevém			(%) Campo nativo			(%) Invasoras							
	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano	1º ano	2º ano	3º ano					
1. Calcário coberto 4,5 t/ha	2c*	5c*	4c*	2c*	5c*	4c*	2c*	5c*	4c*	2c*	5c*	4c*	2c*	5c*	4c*					
	48,5	56,5	14,8	7,1	1,8	3,1	10,3	6,7	23,0	19,5	25,0	41,0	24,6	18,0	37,1	40,7	2,0	2,8	12,5	4,5
2. Cobertura incorporado 4,5 t/ha	2c*	5c*	4c*	3,0	3,5	11,6	6,7	41,6	37,1	20,5	42,0	8,8	6,3	52,9	46,2	0,8	0,8	6,3	2,5	
3. Calcário coberto 2,25 t/ha	2c*	5c*	4c*	1,0	0,5	10,1	12,5	14,1	7,5	8,3	19,2	25,5	24,6	51,3	56,4	2,1	0,8	24,8	5,4	
4. Sem calcário	2c*	5c*	4c*	1,5	1,1	4,7	2,4	11,5	4,0	4,8	19,0	52,6	54,3	64,1	71,9	2,6	1,5	23,1	4,1	

Obs: c* = cortes.

micos do solo e os determinados na seqüência dos anos são apresentados na Tabela 9. Nesta Tabela, considerando-se os valores de pH inicial, as diferentes quantidades de calcário aplicado (0; 2,25 e 4,5 t/ha), e os métodos de sua aplicação (incorporado e cobertura), verificou-se que as mudanças de pH, na média dos quatro anos, foram um pouco mais elevadas apenas nos Tratamentos 1 e 2. Outrossim, mesmo havendo alterações dos valores de pH, estas se verificaram a partir do segundo ano da aplicação do calcário, e foram pouco acentuadas, não atingindo pH 6,5, segundo o método "SMP".

Ainda com base nos valores de pH observados nos diversos tratamentos, principalmente nos tratamentos um e dois, nos quais ocorreu um leve aumento devido ao efeito do calcário, pode-se deduzir que o método "SMP" subestima a necessidade de calcário para este tipo de solo. Todavia, esta dedução não permite conclusão definitiva sobre este aspecto, porque, de uma maneira geral, o método tem demonstrado boa adaptabilidade para diferentes tipos de solo do Estado, sendo, por isso, o mais empregado em análises de rotina no Rio Grande do Sul.

Analisando-se os valores de Al trocável, mostrados na Tabela 9, verifica-se que houve razoável relação entre os valores de pH e os conteúdos de Al trocável do solo, em função das diferentes quantidades de calcário aplicado, e nas diferentes profundidades. O maior efeito dos tratamentos de calcário na redução de Al presente no solo constatou-se no Tratamento 2 cujo pH, nas três profundidades, variou entre 5,5 e 5,9, e os valores de Al de 0,0 a 0,2. No Tratamento 1, houve também razoável relação entre os valores de pH e Al trocável do solo nas várias profundidades. A maior redução do teor de Al verificou-se neste Tratamento (1) na profundidade de 0 a 5 cm, indicando que a percolação do calcário foi lenta. Esta observação confirma, em parte, as verificadas por Lobato & Barreto (1975), que obtiveram resultados semelhantes, nas condições ambientais da depressão central do Rio Grande do Sul. A redução dos teores de Al, no Tratamento em que o calcário foi incorporado, foi mais uniforme, indicando que com o uso desta técnica, há vantagens na redução e/ou eliminação do Al.

Já no Tratamento 3, a relação entre os valores de pH e o conteúdo de Al foi menos acentuada, e apenas na faixa de 0 a 5 cm há uma pequena influência na ação do calcário. No Tratamento-testemunha, praticamente, os valores iniciais de pH e Al não foram alterados nas diversas profundidades do perfil estudado.

Com relação aos valores de Ca + Mg, observa-se a tendência de uma maior concentração desses elementos na faixa de 5 a 10 cm para o Tratamento 2 e na faixa de 0 a 5 cm, para o Tratamento 1. A partir dessas profundidades, para ambos os Tratamentos, em média, a concentração desses elementos tende a diminuir.

Nos Tratamento 3 e 4 não se verificaram aumentos na percentagem de Ca + Mg, e a partir do primeiro ano, há um declínio bem acentuado da percentagem desses elementos. A influência dos Tratamentos de calcário no conteúdo de fósforo (P) disponível, solúvel em ácidos diluídos (Método Carolina do Norte), apresentados na Tabela 9, de uma maneira geral, aumentaram, principalmente na camada de 0 a 5 cm de profundidade. Este aumento pode ser atribuído, provavelmente, à aptidão do método para extração das formas de fósforo ligadas ao cálcio. A calagem não alterou os teores de P disponível, cujos valores, nas três profundidades do perfil estudado, permaneceram inferiores aos limites de baixos teores de fósforo, segundo a "Tabela de Recomendação de Adubos e Calcário para as Principais Culturas do Rio Grande do Sul" (1969), considerando-se o solo em estudo. Ainda com base nos valores de P disponível, apresentados na Tabela 9, pode-se deduzir que as adubações anuais com fósforo, empregadas em todos os Tratamentos, não influíram no aumento do teor de P disponível, sendo, provavelmente, extraída para produção de matéria seca, cuja produção, no total dos anos, foi elevada, como mostra a Tabela 1.

Quanto aos teores de potássio, verifica-se, pela Tabela 9, que, inicialmente, eram considerados satisfatórios, na seqüência dos anos, e já a partir do primeiro decresceram acentuadamente. Esta constatação mostra que o consumo deste elemento, pelas plantas, foi elevado, e que a reposição anual de K_2O , à base de 20 kg/ha, foi insuficiente para manter os níveis deste elemento razoáveis no solo.

TABELA 9. Dados das análises de fertilidade e amostras coletadas no fim de cada ciclo de produção da pastagem.

Tratamentos	P*	Fósforo (ppm)			Potássio (ppm)			M.O. (g%)								
		V1**	1970	1971	1972	1973	V1**	1970	1971	1972	1973	V1**	1970	1971	1972	1973
Calcário coberto tura 4,5 t/ha	0-5		5,1	2,8	3,4	5,2	128	96	42	65		3,34	3,13	2,60	4,15	
	5-10	2,2	4,0	1,8	2,3	2,7	116	84	30	65	6,8	2,47	2,63	2,07	3,01	
	10-15		4,6	3,0	2,2	2,0	84	97	32	60		2,63	2,36	1,88	2,51	
Calcário incorporado 4,5 t/ha	0-5		5,6	4,0	3,6	4,7	133	88	58	60		3,15	3,21	2,87	4,23	
	5-10	2,2	4,0	3,3	2,5	2,5	116	82	34	45	6,8	2,84	2,70	2,27	2,93	
	10-15		4,0	2,1	2,8	2,3	69	68	29	43		2,64	3,70	2,19	2,78	
Calcário coberto tura 2,25 t/ha	0-5		2,5	3,9	3,7	3,2	116	90	64	53		2,94	3,24	2,87	3,98	
	5-10	2,2	3,3	2,6	2,3	2,3	116	68	25	41	6,8	2,34	2,56	2,33	2,88	
	10-15		3,2	1,7	1,8	1,2	69	81	26	35		2,41	2,33	2,07	2,51	
Sem calcário	0-5		3,0	3,6	4,2	4,5	114	94	62	50		2,87	3,38	2,84	3,38	
	5-10	2,2	2,9	2,4	3,0	4,3	116	73	54	41	6,8	2,23	2,57	2,04	2,81	
	10-15		3,2	2,8	2,3	2,3	61	72	36	38		1,91	2,21	1,77	2,76	
pH																
Al (1:2,5)																
Calcário coberto tura 4,5 t/ha	0-5		5,3	6,0	6,0	6,1	0,3	0,0	0,1	0,1		10,0	7,5	7,5	7,7	
	5-10	5,4	5,3	5,7	5,7	5,8	0,5	0,3	0,3	0,3	2,05	6,5	6,3	7,2	7,4	
	10-15		5,4	5,7	5,6	6,2	0,7	0,4	0,9	0,7		7,0	6,5	6,6	6,5	
Calcário incorporado 4,5 t/ha	0-5		5,9	6,0	5,9	5,8	0,0	0,1	0,0	0,1		7,5	7,4	6,9	8,1	
	5-10		5,3	5,4	5,5	5,6	0,5	0,3	0,2	0,2	2,05	6,2	6,1	5,2	6,8	
	10-15		5,3	5,6	5,5	5,5	0,2	0,2	0,2	0,2		6,4	5,8	5,6	6,2	
Calcário coberto tura 2,25 t/ha	0-5		5,3	5,6	5,5	5,6	0,4	0,2	0,3	0,2		6,9	5,8	5,4	6,2	
	5-10	5,4	5,2	5,6	5,4	5,6	0,5	1,1	0,7	1,0	2,05	5,4	5,6	4,8	5,1	
	10-15		5,3	5,5	5,5	5,6	1,1	0,6	1,1	1,1		6,8	5,6	4,8	4,8	
Sem calcário	0-5		5,3	5,5	5,5	5,2	0,5	0,6	0,5	0,5		6,7	6,2	4,9	5,9	
	5-10	5,4	5,3	5,6	5,5	5,3	0,5	1,0	0,8	0,7	2,05	5,7	5,3	4,9	5,6	
	10-15		5,3	5,4	5,5	5,3	1,4	1,0	1,3	1,0		5,9	4,5	4,4	5,3	

* = Profundidade da coleta das amostras de solo.

** = Valores iniciais médios das diversas determinações.

A comparação entre algumas plantas de cornichão dos Tratamentos 1, 2 e 4 colhidas cinco meses após a semeadura, mostrou que houve um maior desenvolvimento radicular nas plantas dos Tratamentos 1 e 2, em relação ao Tratamento-testemunha. Este maior desenvolvimento atribui-se ao efeito positivo do calcário, que, além de servir como nutriente vegetal, possibilitou uma melhora nas características químicas do solo naqueles dois Tratamentos.

Comparando-se, ainda, os Tratamentos de calcário incorporado, e em cobertura, observou-se que as raízes do Tratamento calcário incorporado mostraram a tendência de terem uma maior profundidade e expansão, enquanto as do Tratamento em que o solo não foi mobilizado, a tendência foi a de estarem mais concentradas e próximas à superfície do solo.

CONCLUSÕES

1. Os métodos de aplicação do calcário (cobertura-incorporado) e os diferentes níveis empregados não apresentam diferenças de produção entre si, no total dos anos, mas são superiores, em produção, à testemunha.

2. Não houve efeito de ação direta do calcário sobre o campo nativo (gramíneas).

3. As doses máximas de calcário proporcionaram maiores produções de azevém.

4. O calcário proporcionou, nas leguminosas introduzidas, aumentos de produção de matéria seca superiores a 100%, na média dos anos, quando são comparados os tratamentos corrigidos com o não-corrigido.

5. Os tratamentos corrigidos apresentam na sua composição botânica, maior percentagem de leguminosas e azevém, em relação ao Tratamento sem calcário.

6. A influência do calcário sobre a redução dos teores de Al e na elevação do pH foi mais efetiva com os níveis de 4,5 t/ha, e mais uniforme quando o calcário foi incorporado.

7. Nos tratamentos onde o calcário foi aplicado em cobertura, seus efeitos nas características químicas do solo - como: "Al, pH, Ca + Mg" -, foram mais acentuados na profundidade de 0 a 5 cm, indicando que sua percolação no perfil foi muito lenta.

8. A calagem e a adubação de manutenção não aumentaram os teores de P disponível, cujos valores, no perfil do solo estudado, permaneceram inferiores aos limites de "baixos teores de fósforo" segundo a "Tabela de Recomendação de Adubos e Calcário para as Principais Culturas do Rio Grande do Sul".

9. Houve uma diminuição acentuada, nos teores de potássio no solo, a partir do primeiro ano, e a reposição anual de K_2O , à base de 20 kg/ha, foi insuficiente.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, N.E.T.; GONÇALVES, J.O.N. & MACEDO, W. Sistemas de implantação de forrageiras de inverno. s.l., Ministério da Agricultura, 1972. 5 p. (DNPEA. Indicação de Pesquisa, 64).
- DURING, C.; LYNCH, P.B.; MENAUCHT, K.J. & SCOT, R.S. A study of the interaction of P, K, Mg, Mo and B fertilizers, and ground limestone, applied to gran-clover pasture. N.Z.J. Agric. Res., Wellington, 3(6): 950-93, dec. 1960.
- GAVILON, O. Levantamento da composição mineral das pastagens nativas do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, SIPA, 1963. 7 p.
- KAMPRATH, E.J. A acidez do solo e a calagem. Washington, Universidade Estadual da Carolina do Norte. Estação Experimental de Agricultura, 1967. 23 p. (Boletim Técnico, 4).
- LOBATO, J.E.P. & BARRETO, I.L. Comportamento de consorciações de gramíneas temperadas com leguminosas quando implantadas em pastagem natural submetida a preparo superficial do solo, sob o efeito de quatro doses de calcário e dois métodos de semeadura. R. Fac. Agron. Vet. Univ. Fed. Rio G. Sul, Porto Alegre, 1(1):71-96, 1975.
- MIELNICZUK, J.; ALBERT, L. & BHONEN, H. Recomendações de adubo e calcário para os solos e cultura do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 1969. (Boletim Técnico, 2).
- MOHR, W. A influência da acidez sobre a fertilidade dos solos. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS, 1., Campinas, SP, 1960. Anais. 1960. p. 1-23.
- OLSEN, S.R. & FRIED, M. Soil phosphorus and fertility. In: Soil Yearbook of Agriculture. Washington, D.C., 1957. p. 80-5.
- SIQUEIRA, O.J.F. Resposta do trevo-vermelho à calagem e adubação fosfatada e suas relações com a disponibilidade de fósforo em solo ácido do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 1972. 132 p. Tese Mestrado.
- STEWART, E. & PEARSON, R.W. Utilization of phosphorus by crimson clover as affected by fertilizer placement and rate of liming. Agron. J., Madison, 44(9):501-2, sept. 1952.